



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **ANÁLISE DAS SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÃO MÁXIMA DOS RIOS CAPIVARA E CAPIVARI NA BACIA DO MÉDIO RIO PARANAPANEMA (SP)**

Alyson Bueno Francisco <sup>(a)</sup>

(a) Pós-doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente  
Doutor em Geografia pela UNESP/Presidente Prudente. Email: alysonbueno@gmail.com

**Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas**

### **Resumo**

Este trabalho possui como objetivo uma análise de séries históricas de monitoramento da vazão dos rios Capivari e Capivara, localizados na bacia do Rio Capivara na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema, interior de São Paulo. A série de dados foi proveniente de dois postos fluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica, com os índices mensais de vazão entre 1980 e 2017. Na análise estatística foram elaborados histogramas temporais com séries anuais e histogramas mensais dos anos de 2016 e 2017. Foi constatado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m<sup>3</sup>/s em 2015, 2016 e 2017. Estes dados podem indicar uma possível mudança nas condições de uso da terra na bacia do Rio Capivara sendo necessária elaboração de mapeamento sobre essa temática.

Palavras chave: vazão máxima; monitoramento; escoamento superficial.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### Abstract

This paper aims a analysis of historical series of Capivari and Capivara rivers flow monitoring in Capivara River basin located in the management of water resources in the Middle Paranapanema, Sao Paulo. The data series was from two fluviométricos stations of the Department of Water and Power, with the monthly flow rates between 1980 and 2017. In the statistical analysis were prepared with annual series temporal histograms and monthly histograms of 2016 and 2017. Was featured an increase in maximum flows in Capivari River post from 2008, with fall only in 2014, whose situation was similar at the fluviométrico station of the Capivara river, showing annual flows greater than  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  in 2015, 2016 and 2017. These data may indicate a possible change in the terms of use of the land in the basin of the Capivara requiring elaboration on this thematic mapping.

Key-words: maxime flow; monitoring; runoff.

## 1. Introdução

A Geografia Física busca a elaboração de metodologias para o monitoramento e espacialização dos dados para investigar os fenômenos naturais no intuito de analisar como ocorrem dos processos e as alterações na paisagem. De acordo com Colângelo (1997): “[...] trabalhos desta natureza implicam a realização de medições e experimentações, de campo e/ou laboratório, sobre as variáveis direta ou indiretamente ligadas aos processos estudados. Por isso, em pesquisas experimentais se trabalha com escalas de tempo e espaço locais e pontuais” (p. 51).

A bacia hidrográfica é uma unidade territorial e física presente na natureza sendo delimitada pelas condições de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1981). Os estudos referentes ao trabalho dos rios e a morfologia dos canais fluviais estão relacionados à hidrologia e à geometria hidráulica. De acordo com Christofolletti (1981), dentre as principais variáveis da



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

geometria hidráulica estão: a largura do canal, a profundidade, a velocidade de fluxo, a vazão e a área. A largura do canal corresponde à: “largura da superfície da camada de água recobrando o canal” (idem, p. 65). A profundidade se dá pela “espessura do fluxo medida entre a superfície do leito e a superfície da água”, e a velocidade de fluxo é “o comprimento da coluna de água que passa, em determinado perfil, por unidade de tempo”. A vazão, ou débito, é “a quantidade de água escoada, por unidade de tempo”; e a área da seção é “a área ocupada pelo fluxo no perfil transversal do canal, considerando a largura e a profundidade” (idem, p. 65).

A vazão é compreendida como “o volume de água escoado na unidade de tempo de uma determinada seção do curso de água” (MARTINS, 1976, p. 38). Sobre as vazões máximas, médias e mínimas, salienta-se: “as vazões normais e as de inundação podem ser referidas a um instante dado ou aos valores máximo, médio ou mínimo de um determinado intervalo de tempo (dia, mês ou ano)” (idem, p. 38).

A respeito das vazões máximas, Martins (1976, p. 40) afirma: “as vazões máximas instantâneas em uma seção dependerão de precipitações tanto mais intensas quanto menor for a área da bacia hidrográfica, para as bacias de pequena área, as precipitações causadoras das vazões máximas têm grande intensidade e pequena duração; para as bacias de área maior, as precipitações terão menor intensidade e maior duração”.

Desde 2003 existe uma rede de estações fluviométricas cadastradas no sistema HIDRO, cujo sistema é alimentado pelo monitoramento com responsabilidade de 290 empresas do setor hidrelétrico e instituições públicas, além da colaboração dos países fronteiriços (ANA, 2009).

Diante das condições de relação das precipitações com produção de vazões máximas que podem gerar inundações, são necessários os monitoramentos fluviais e pluviiais numa rede de informações geográficas para atuar na gestão das bacias hidrográficas.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Área de estudo**

A Bacia do Rio Capivara está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI 17), possuindo como principais rios afluentes: Capivari, Alegre, Fortuna, Santo Inácio, Grande e Sapé. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 3.462 km<sup>2</sup>, cujos rios afluentes possuem uma rede de aproximadamente 585 km de extensão em uma densidade de drenagem de apenas 0,17 km/km<sup>2</sup>.

O Rio Capivari possui uma bacia com área de aproximadamente 65.000 ha e um comprimento de 116 km na rede de drenagem constituída pelo rio principal e afluentes. O Rio Capivara possui uma bacia de aproximadamente 156.000 ha, sendo sua rede de drenagem constiuída por afluentes que totalizam 187 km.

A respeito da Geologia e Geomorfologia, aproximadamente 70% da bacia está localizada na Formação Vale do Rio do Peixe com substrato arenítico, aproximadamente 35% localiza-se em basaltos na Formação Serra Geral e 05 % localiza-se nos arenitos da Formação Marília. Sobre as formas de relevo, a bacia está localizada no Planalto Ocidental Paulista com a existência de colinas com maiores declividades nas áreas influenciadas pela Formação Marília em condições de topo dos divisores de águas, e fundos de vale distribuídos em áreas fraturadas dos basaltos da Formação Serra Geral.

### **2.2 Procedimentos metodológicos**

A base cartográfica foi elaborada a partir de arquivos vetoriais disponíveis na página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cujos dados foram utilizados no Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 2.18.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

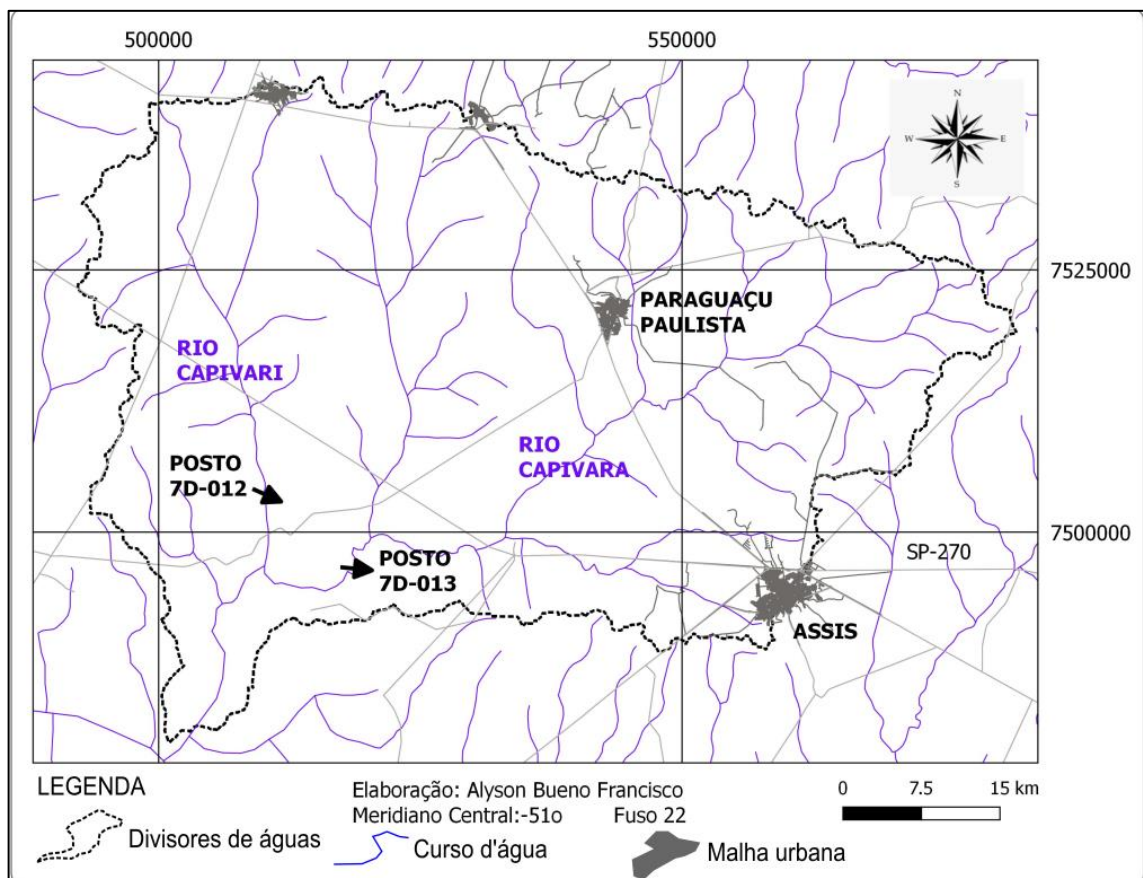
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os dados de vazão máxima dos rios Capivari e Capivara foram obtidos dos postos fluviométricos D7-012 (Rio Capivari – Agissê) e D7-014 (Rio Capivara – Maracaí). Os dados mensais das vazões máximas foram inseridos em planilha eletrônica no aplicativo Microsoft Excel 2010 pela qual foram calculadas as médias anuais entre 1979 e 2017.

### 3. Resultados e discussão

A figura 01 apresenta a localização da Bacia do Rio Capivara com os postos fluviométricos dos dados analisados neste trabalho.

Figura 01 – Mapa da Bacia do Rio Capivara (SP) e postos fluviométricos do DAEE





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A tabela 01 apresenta as vazões máximas pelas médias anuais no posto localizado no Rio Capivari.

Tabela 01 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7 -012 (Agissê)

Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)	Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)	Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)
1979	7,02	1992	11,09	2005	9,51
1980	9,43	1993	10,92	2006	8,58
1981	7,79	1994	8,95	2007	12,72
1982	8,00	1995	8,44	2008	8,24
1983	-	1996	10,00	2009	13,77
1984	6,84	1997	14,80	2010	12,62
1985	8,42	1998	12,47	2011	13,74
1986	7,39	1999	11,25	2012	13,61
1987	11,88	2000	12,74	2013	19,60
1988	10,57	2001	10,50	2014	11,48
1989	13,22	2002	11,07	2015	22,15
1990	13,17	2003	10,61	2016	18,2
1991	10,85	2004	10,75	2017	17,2

Fonte de dados: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

No Rio Capivari, nota-se uma tendência de aumento das vazões máximas a partir de 2009. No ano de 2014 as condições de seca na região Sudeste influenciaram numa queda da vazão. No entanto, em 2015 praticamente dobrou a vazão máxima em relação à média apresentada em 2014. O gráfico da figura 02 destaca as médias nos anos de 2013 e 2015.



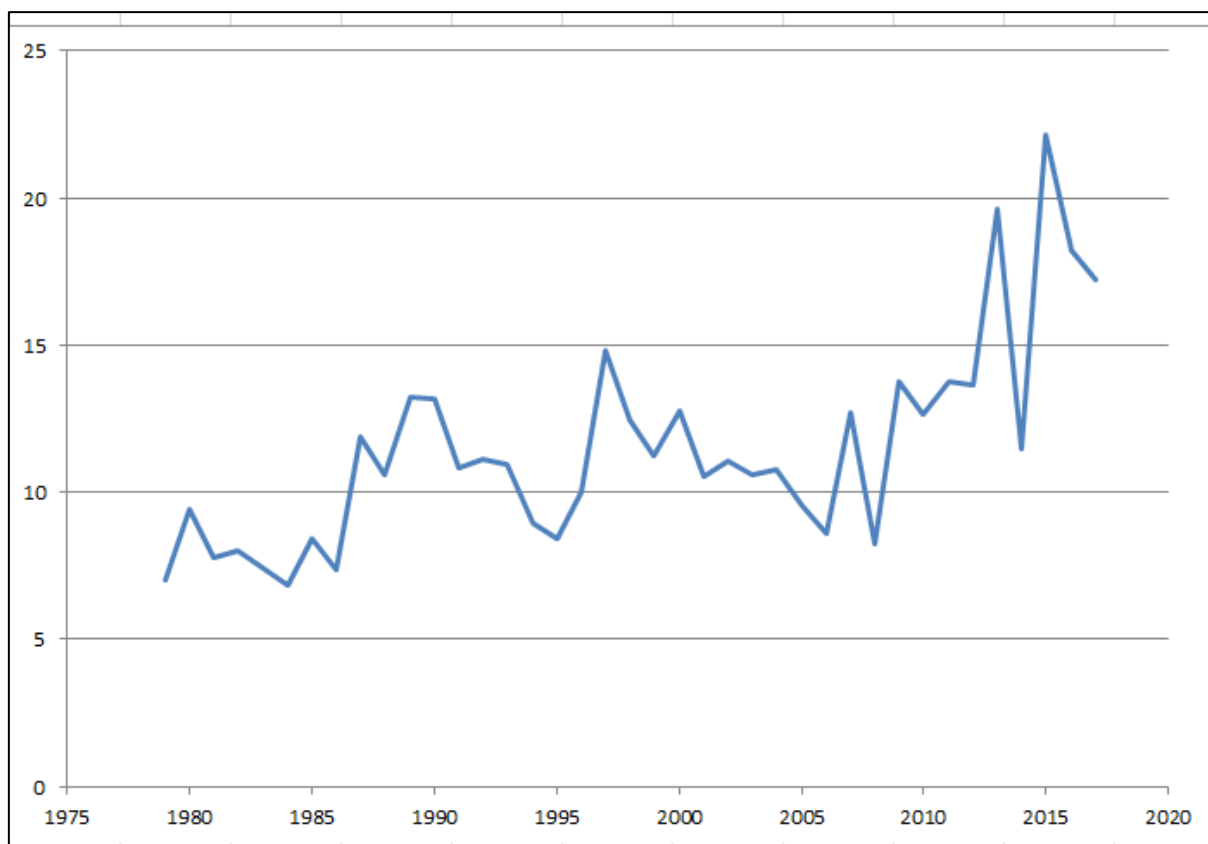
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 02 – Vazões máximas (m<sup>3</sup>/s) pelas médias anuais entre 1979 e 2017 no posto D7-012



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

A tabela 02 apresenta as médias anuais das vazões máximas no posto localizado no Rio Capivara no município de Maracaí-SP.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela 02 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7 -013 (Maracá)

Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)	Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)	Ano	VMM (m <sup>3</sup> /s)
1979	20,06	1992	32,40	2005	33,32
1980	28,00	1993	35,00	2006	25,61
1981	22,71	1994	31,78	2007	41,00
1982	34,64	1995	35,65	2008	22,14
1983	54,08	1996	30,92	2009	43,91
1984	27,02	1997	40,43	2010	34,58
1985	22,90	1998	31,66	2011	32,43
1986	31,46	1999	45,32	2012	38,28
1987	31,75	2000	33,51	2013	50,81
1988	24,30	2001	35,58	2014	30,59
1989	37,29	2002	26,27	2015	51,01
1990	39,58	2003	30,68	2016	56,64
1991	35,01	2004	26,22	2017	64,01

Fonte de dados: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

O gráfico da figura 03 destaca a ocorrência de vazões acima de 40 m<sup>3</sup>/s em 1997 (ano de El Niño de forte intensidade), em 1999, e com maiores número de ocorrências a partir de 2009. No último registro em 2017 a vazão média máxima ultrapassou 60 m<sup>3</sup>/s, consolidando a tendência de aumento, do qual também foi registrada a queda em 2014 como no outro posto analisado.





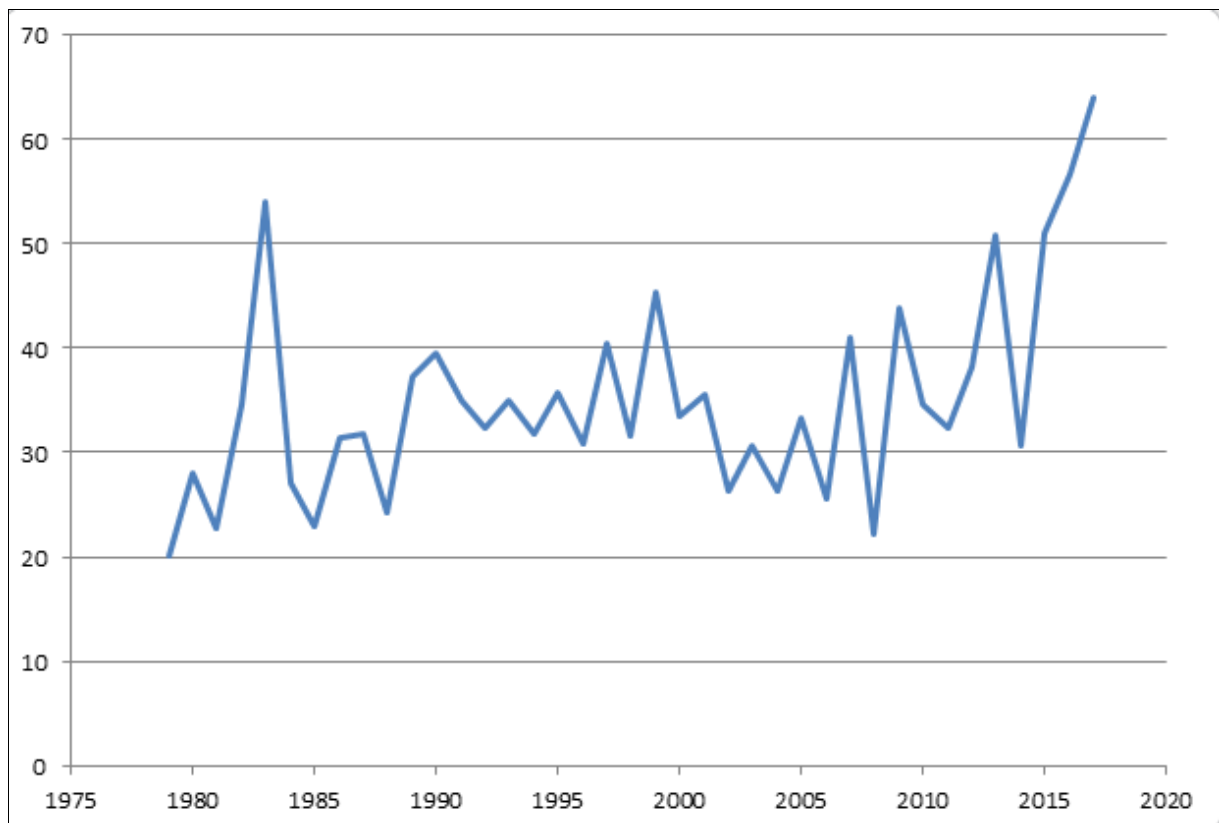
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 03 – Vazões máximas (m<sup>3</sup>/s) pelas médias anuais entre 1979 e 2017 no posto D7-013



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

O gráfico da figura 04 apresenta as vazões mensais máximas no Rio Capivara posto D7-013.



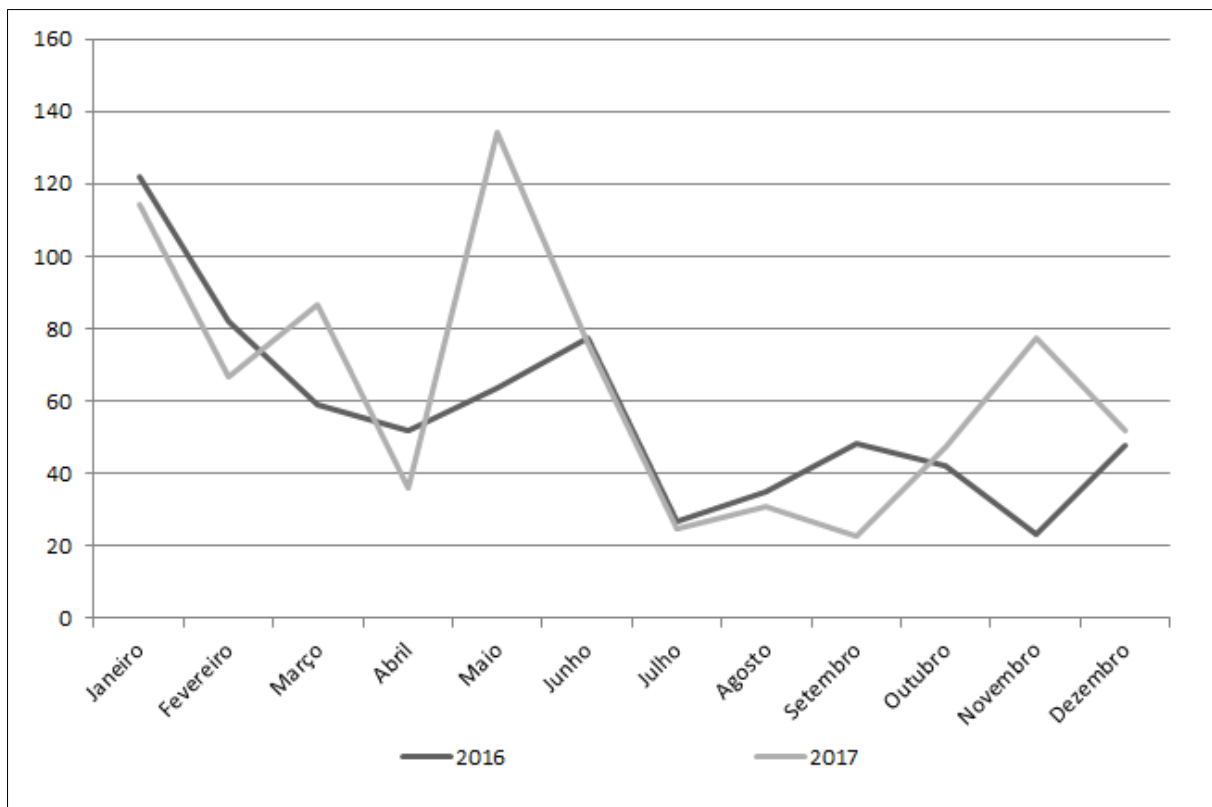
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 04 – Vazões máximas mensais nos anos de 2016 e 2017 registradas no posto D7-013



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

No Rio Capivara nota-se vazões máximas acima de 60 m<sup>3</sup>/s nos meses de janeiro a março, com destaque para o caso de maio de 2017 pela ocorrência de uma vazão máxima de 130 m<sup>3</sup>/s. Entre os meses de julho e setembro mantém uma relação com a sazonalidade climática da seca durante o inverno com vazões máximas abaixo de 40 m<sup>3</sup>/s.

A ocorrência de vazão máxima excepcional de maio de 2017 aponta uma necessidade de monitoramento das condições hidrológicas devido risco de comprometimento às infraestruturas principalmente em uma região com atividades agropecuárias com existência de pontes de estradas rurais.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

#### **4. Considerações finais**

O monitoramento dos fenômenos naturais está cada vez mais presente nas pesquisas em Geografia Física, visto que a natureza apresenta sua dinâmica, cujas técnicas associadas aos Sistemas de Informação Geográfica contribuem na espacialização dos dados. Neste sentido, os dados hidrológicos podem ser associados às características das bacias hidrográficas como as mudanças de uso da terra que influenciam no escoamento superficial em ambientes tropicais.

Através da análise dos dados empíricos, Foi constatado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m<sup>3</sup>/s em 2015, 2016 e 2017.

Os estudos sobre vazões máximas são importantes para prever os riscos de inundações e rompimento de barragens, diante do uso dos recursos hídricos pelo setor de geração de energia no caso da Bacia do Rio Paranapanema.

O planejamento ambiental de bacias hidrográficas pode se apoiar nos dados hidrológicos para garantir a gestão das águas diante dos futuros cenários climáticos e condições de degradação, cujo geógrafo contribui com a espacialização das informações hidrológicas e considera os diversos aspectos nas bacias hidrográficas.

#### **5. Agradecimentos**

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pós-doutorado e supervisão do Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Inventário das estações fluviométricas**. 2.ed. Brasília: ANA, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

COLANGELO, A. C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e Geomorfologia Experimental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.11, p. 47-56, 1997.

MARTINS, J. A. Escoamento superficial. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgar Blucher, p. 36-55, 1976.